

**DISEÑO Y MONTAJE DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA NUEVA
PLANTA DE LA EMPRESA MET GROUP**

Juan Felipe García Ortiz

CC. 80797535 de Bogotá D.C

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PEREIRA

2018

**DISEÑO Y MONTAJE DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA NUEVA
PLANTA DE LA EMPRESA MET GROUP**

Juan Felipe García Ortiz

TRABAJO DE GRADO

MODALIDAD PRACTICA DE EXTENSION

TRABAJO DE GRADO PARA ASPIRAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

DIRECTOR.

Ing. Godfrey Herrera Marulanda

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PEREIRA

2018

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

A mis padres y familia que siempre estuvieron presentes, dándome el apoyo incondicional para poder culminar esta hermosa carrera, la cual estoy seguro traerá todas las recompensas y alegrías después de la dedicación y esfuerzo durante este tiempo de formación, y será retornada hacia aquellas personas que influyeron en mi camino para ser un Ingeniero Mecánico.

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes de la facultad de Ingeniería Mecánica, los cuales con su gran conocimiento y don de enseñar, lograron formar una persona íntegra, honesta y con las bases necesarias para afrontar el campo productivo. En especial al Ing. Carlos Alberto Orozco y al Ing. Godfrey Herrera Marulanda por guiarme de una manera humana y profesional para lograr la culminación de mi carrera con los mas altos estándares, logrando la motivación necesaria para culminar mi etapa estudiantil y continuar con mi carrera profesional.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. METODOLOGÍA.....	11
2.1 Pre diseño:	11
2.2 Estandarización:	20
2.2.3 Calculo de diámetro de tuberías:	21
2.2.4 Calculo de velocidad real:.....	22
2.2.5 Calculo de la caída de presión:	22
2.2.6 Calculo de caudal:.....	22
2.3 Selección y verificación de diseño:	24
2.4 Montaje:	26
CONCLUSIONES:	40
APORTES Y RECOMENDACIONES:	41
BIBLIOGRAFIA	42
ANEXOS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lay out planta de producción.	11
Figura 2. Plano puntos de servicio red neumática con bajantes	15
Figura 3. Estudio de funcionamiento de compresores.	16
Figura 4. Estudio de funcionamiento de compresores.	16
Figura 5. Estudio de funcionamiento de compresores.	17
Figura 6. Estudio de funcionamiento de compresores.	17
Figura 7. Estudio de funcionamiento de compresores.	17
Figura 8. Estudio de funcionamiento de compresores.	17
Figura 9. Estudio de funcionamiento de compresores.	18
Figura 10. Análisis del comportamiento de consumo de cfm del compresor.	18
Figura 11. Análisis de comportamiento de presiones del compresor.	19
Figura 12. Plano red neumática.	27
Figura 13. Lay out cuarto de compresores.	30
Figura 14. Diagrama de montaje de cuarto de compresores	30
Figura 15. Diagrama de tubería cuarto de compresores.	31
Figura 16. Diagrama detallado tubería cuarto de compresores.	31
Figura 17. Tanque de almacenamiento y válvula de presión.	32
Figura 18. Montaje de tanque de almacenamiento, secador y filtro de aire.	33
Figura 19. Distribución de espacios en cuarto de compresores.	33
Figura 20. Compresor kaeser.	34
Figura 21. Compresor Funsheng	34
Figura 22. Secador kaeser.	35
Figura 23. Instalación de bajantes cuello de ganso	35
Figura 24. Proceso de soldadura red neumática.	36
Figura 25. Instalación de bridas red principal acople red secundaria.	36
Figura 26. Instalación de anillo principal a 3m de altura.	37

Figura 27. Instalación de bajantes para anillo secundario para línea de ensamble.	37
Figura 28. Instalación de anillo secundario para línea de ensamble.	38
Figura 29. Instalación de puntos de desagüe y servicio.	38
Figura 30. Acople con bridas línea principal y secundarias.	39
Figura 31. Instalación de válvulas de bola para mantenimiento de líneas secundarias.	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Calculo de cfm en puntos de servicio	13
Tabla 2. Especificaciones técnicas compresor Funsheng.	15
Tabla 3. Datos para estandarización de tubería.	20
Tabla 4. Valores para determinar Leq	21
Tabla 5. Cálculos de diámetros, cfm, velocidad y perdida de presión.	23
Tabla 6. Datos técnicos compresor kaeser	28
Tabla 7. Datos técnicos secador kaeser.	28
Tabla 8. Datos técnicos tanque de almacenamiento.	29
Tabla 9. Datos técnicos filtro de aire	29

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Met Group es una empresa dedicada a la producción de mobiliario para vehículos de transporte masivo, intermunicipal y urbano, también cuenta con el diseño de acondicionamiento de vans para transporte intermunicipal, diseñando nuevas alternativas de distribución en el número de pasajeros de cada vehículo.

Después de realizar una alianza con la empresa Busscar de Colombia, Met Group se convirtió en el principal proveedor de sillas para los vehículos que produce actualmente Busscar de Colombia, por lo que genero la necesidad de ampliar su infraestructura, y capacidad de producción, para lo cual se inició el proyecto de la nueva planta ubicada en cerritos, generando la necesidad de diseñar todas sus redes de suministro para las áreas de producción, entre ellas la red de aire comprimido para las áreas de tapicería, ensamble, soldadura y producto terminando.

Con este diseño y montaje se garantiza, con equipos nuevos, elevar la eficiencia de producción y tiempo de respuestas para satisfacer la nueva demanda, y teniendo como objetivos, analizar en qué áreas se pueden realizar mejoramientos en el desempeño de las herramientas neumáticas, relacionado a su posicionamiento, consumos y ergonomía para operación de cada área de producción, con esto, se logra que la empresa tenga nuevos alcances con respecto a su volumen de producción, elevando sus estándares de calidad y optimizando los recursos de mano de obra directa e indirecta, para realizar el diseño y montaje de la nueva red neumática se tuvo como metodología realizar un pre diseño, en base a un consumo estimulado para la nueva planta con sus proyecciones de expansión a futuro, luego de plantear todos los puntos de suministros requeridos para el óptimo funcionamiento de la planta, procedimos a normalizar, estandarizar, seleccionar y verificar el diseño, y finalmente se realizaron todas las cotizaciones correspondientes y se procedió a coordinar el montaje de la red neumática.

2. METODOLOGÍA.

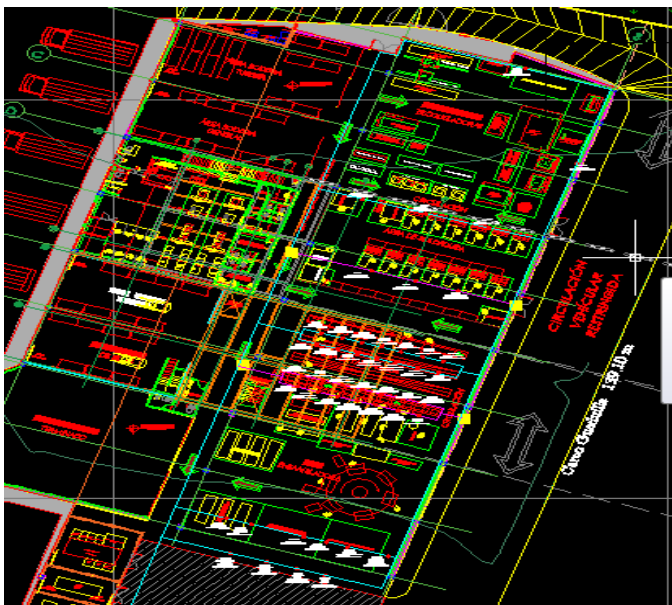
La metodología que se va a utilizar para el proyecto se enfoca en cuatro pasos específicos del diseño, con relación a los compresores y redes de tuberías para aire comprimido, los cuales se definen como las siguientes cuatro etapas: pre diseño, estandarización, selección y verificación del diseño, posteriormente se realizara la etapa de montaje basado en el diseño.

2.1 Pre diseño:

Se tiene la valoración inicial, se inicia de un modelo matemático general, y se encuentran ciertos valores orientadores en el proceso de diseño, que muy seguramente no se encuentran estandarizados por ninguna norma o ley.

Para realizar el pre diseño se tuvo en cuenta el requerimiento de consumo de aire de la nueva planta, basados en la proyección de producción establecida por el comité de obra, ingeniería y diseño, el cual se proyectó para tener tres veces más la producción de la planta actual, y luego de realizar los planos de distribución de la planta, se procedió a ubicar los puntos de servicio, discriminando cada una de las estaciones de servicio, describiendo su propósito y funcionalidad, el plano se elaboró utilizando el programa AUTOCAD y se discrimino cada punto de trabajo como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Lay out planta de producción.



Luego de establecer los puntos de servicio en cada estación de trabajo, se procedió a calcular el requerimiento de cfm de cada uno de los puntos, especificando las herramientas que se van a utilizar, y generando un listado de consumo individual de cfm para cada una de las herramientas establecidas, en cada una de las áreas de producción, las cuales son, preparación de materiales, en donde se tienen los procesos de corte, troquelado y doblado de piezas metálicas, luego continúan las áreas de soldadura, ensamble y tapicería, en las cuales, el mayor requerimiento de aire, se encuentran en las áreas de ensamble y tapicería.

Para el cálculo de cada uno de los puntos de requerimiento de cfm, se analizó el factor de simultaneidad de cada uno de los puntos, con la ayuda de los operarios, quienes registraron el tiempo de utilización por turno, como también el requerimiento simultaneo de cada una de las herramientas neumáticas.

Luego de obtener la información correspondiente al consumo general de la planta actual, se realizaron los cálculos generando una nueva capacidad de producción tres veces mayor, discriminando cada uno de los puntos de servicio con las herramientas que serán programadas para trabajar en estos puntos, obteniendo el requerimiento final de toda la planta incluyendo futuras ampliaciones la cual fue documentada la siguiente tabla N. 1.

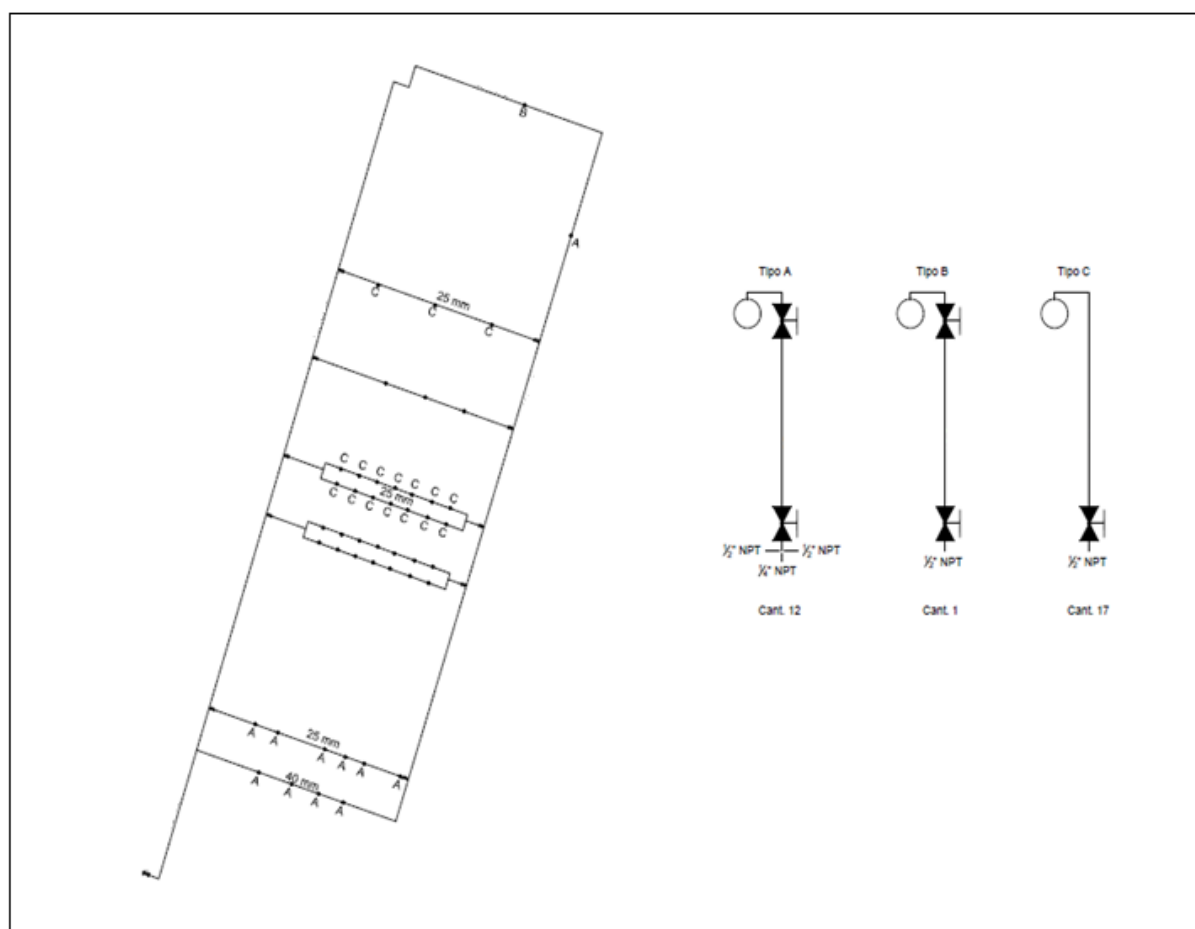
Tabla 1. Calculo de cfm en puntos de servicio

	puntos de suministro	descripcion de herramientas	cantidad	consumo cfm	consumo simultaneo	factor de simultaneidad	total
2 puntos de servicio	toma 1	pulidora	1	5	5	0,3	1,5
		lijadora	1	11,6	11,6	0,4	4,64
1 punto de servicio	toma 2	lijadora	1	11,6	11,6	0,4	4,64
1 punto de servicio	toma 3	pistola aire limpieza	1	8	8	0,15	1,2
1 punto de servicio	toma 4	pistola aire limpieza	1	8	8	0,15	1,2
1 punto de servicio	toma 5	pistola aire limpieza	1	8	8	0,15	1,2
1 punto de servicio	toma 6	pistola aire limpieza	1	8	8	0,15	1,2
1 punto de servicio	toma 7	pistola aire limpieza	1	8	8	0,15	1,2
1 punto de servicio	toma 8	pistola aire limpieza	1	8	8	0,15	1,2
1 punto de servicio	toma 9	Mototool	1	8,6	8,6	0,3	2,58
1 punto de servicio	toma 10	ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
1 punto de servicio	toma 11	pistola de impacto	1	8	8	0,2	1,6
1 punto de servicio	toma 12	ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
1 punto de servicio	toma 13	mototool	1	8,6	8,6	0,3	2,58
1 punto de servicio	toma 14	Taladro Neumatico	1	9,5	9,5	0,3	2,85
1 punto de servicio	toma 15	Remachadora	1	4	4	0,3	1,2
1 punto de servicio	toma 16	Pistola de impacto	1	8	8	0,2	1,6
1 punto de servicio	toma 17	pistola de impacto	1	8	8	0,2	1,6
1 punto de servicio	toma 18	ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
1 punto de servicio	toma 19	pistola de impacto	1	8	8	0,2	1,6
1 punto de servicio	toma 20	Sierra Neumatica	1	7	7	0,15	1,05
1 punto de servicio	toma 21	Remachadora	1	4	4	0,3	1,2
1 punto de servicio	toma 22	Taladro Neumatico	1	9,5	9,5	0,3	2,85
1 punto de servicio	toma 23	Mototool	1	8,6	8,6	0,3	2,58
1 punto de servicio	toma 24	ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
1 punto de servicio	toma 25	pistola de impacto	1	8	8	0,2	1,6
1 punto de servicio	toma 26	ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
1 punto de servicio	toma 27	Mototool	1	8,6	8,6	0,3	2,58
1 punto de servicio	toma 28	Taladro Neumatico	1	9,5	9,5	0,3	2,85
1 punto de servicio	toma 29	Remachadora	1	4	4	0,3	1,2
1 punto de servicio	toma 30	pistola de impacto	1	8	8	0,2	1,6
1 punto de servicio	toma 31	pistola de impacto	1	8	8	0,2	1,6
1 punto de servicio	toma 32	ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
1 punto de servicio	toma 33	pistola de impacto	1	8	8	0,2	1,6
1 punto de servicio	toma 34	Sierra Neumatica	1	7	7	0,15	1,05
1 punto de servicio	toma 35	Remachadora	1	4	4	0,3	1,2
1 punto de servicio	toma 36	Taladro Neumatico	1	9,5	9,5	0,3	2,85
2 puntos de servicio	toma 37	Grapadora	1	1,5	1,5	0,5	0,75
		Grapadora	1	1,5	1,5	0,5	0,75
2 puntos de servicio	toma 38	Grapadora	1	1,5	1,5	0,5	0,75
		Mototool	1	8,6	8,6	0,3	2,58
2 puntos de servicio	toma 39	Grapadora	1	1,5	1,5	0,5	0,75
		Grapadora	1	1,5	1,5	0,5	0,75
2 puntos de servicio	toma 40	Grapadora	1	1,5	1,5	0,5	0,75
		Grapadora	1	1,5	1,5	0,5	0,75
2 puntos de servicio	toma 41	Grapadora	1	1,5	1,5	0,5	0,75
		Taladro Neumatico	1	9,5	9,5	0,3	2,85
2 puntos de servicio	toma 42	Marnita 5 Gl	1	10	10	0,4	4
		Marnita 2,5 Gl	1	8	8	0,4	3,2
2 puntos de servicio	toma 43	Remachadora	1	4	4	0,3	1,2
		ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
2 puntos de servicio	toma 44	Remachadora	1	4	4	0,3	1,2
		ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
2 puntos de servicio	toma 45	lijadora	1	11,6	11,6	0,4	4,64
		Sierra Neumatica	1	7	7	0,15	1,05
2 puntos de servicio	toma 46	Sierra Neumatica	1	7	7	0,15	1,05
		ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
2 puntos de servicio	toma 47	Sierra Neumatica	1	5	5	0,15	0,75
		ratchet neumatico	1	5	5	0,3	1,5
	FUTURA AMPLIACION	VARIOS	12	9	108	0,4	43,2
					total		146,12
					total considerando fugas,desgaste		168,038

El diseño final se realiza teniendo en cuenta las futuras ampliaciones, dos líneas de ensamble, y nuevas áreas, esto para no hacer una doble inversión con respecto al costo de los compresores, pero debido a los costos de construcción y montaje, se inicia con 32 tomas de aire comprimido iniciales, un anillo secundario para una línea de ensamble, logrando una reducción de costos de montaje, para lo cual se realizan los cálculos de ensamble inicial, diseñando la línea de aire con la posibilidad de una futura ampliación, considerada por la gerencia de la empresa.

Finalmente se analiza el diseño y forma de la tubería, el cual en este caso realizaremos un diseño de un anillo principal, y cinco derivaciones con tuberías secundarias y bajantes con diseño de cuello de ganso ilustrados en la Figura 2, la selección del material de la tubería se realizó luego de un análisis a las diferentes propuestas de los proveedores, donde se propusieron dos materiales, aluminio y acero, el cual después de analizar el costo beneficio se concluyó que la tubería en acero es más económica, y cumple con todos los requerimientos necesarios para el funcionamiento óptimo del diseño.

Figura 2. Plano puntos de servicio red neumática con bajantes



Después de obtener los resultados proyectados de cfm, se realizó el análisis de rendimiento del compresor que actualmente utiliza la planta, ya que se propone utilizar en paralelo con el compresor nuevo, esto, para ahorrar costos.

Se procede a realizar un registro de la actividad diaria del compresor, monitoreando el funcionamiento de los dos compresores con los que opera la planta actual, (línea negra) compresor de pistón, (línea roja) compresor de tornillo para tener conocimiento de la demanda de aire que requiere durante la jornada laboral, obteniendo como resultado el siguiente análisis.

Especificaciones del compresor actual:

Tabla 2. Especificaciones técnicas compresor Funsheng.

Identificación	Marca	Modelo	cfm FAD*	Presión máx. compresor	Potencia Nominal HP	Control	Refrigeración	Estado
Compresor # 1	FUSHENG	SA220II	84.7	100	20	DUAL	AIRE	OPERATIVO

Figura 3. Estudio de funcionamiento de compresores.

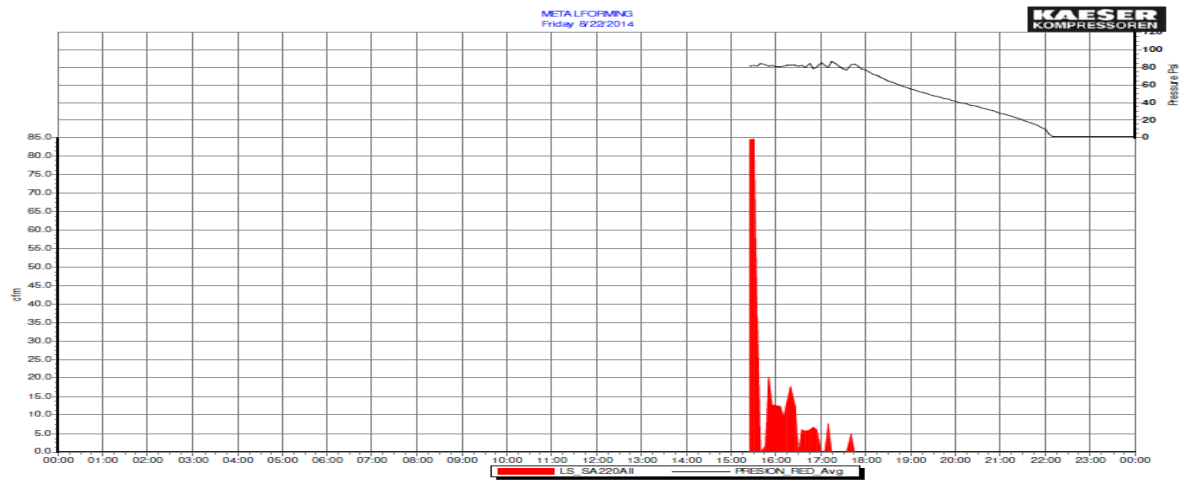


Figura 4. Estudio de funcionamiento de compresores.

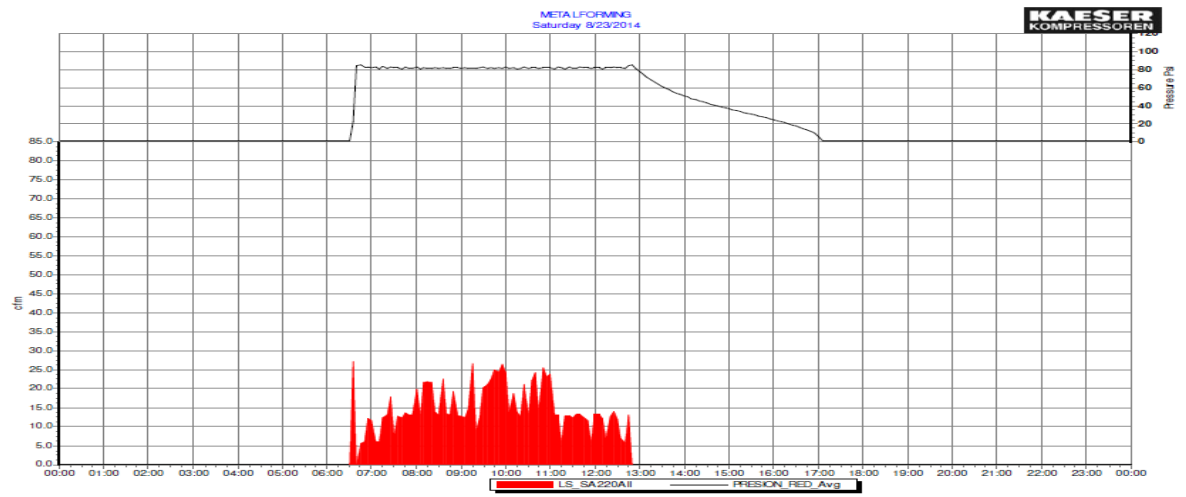


Figura 6. Estudio de funcionamiento de compresores.

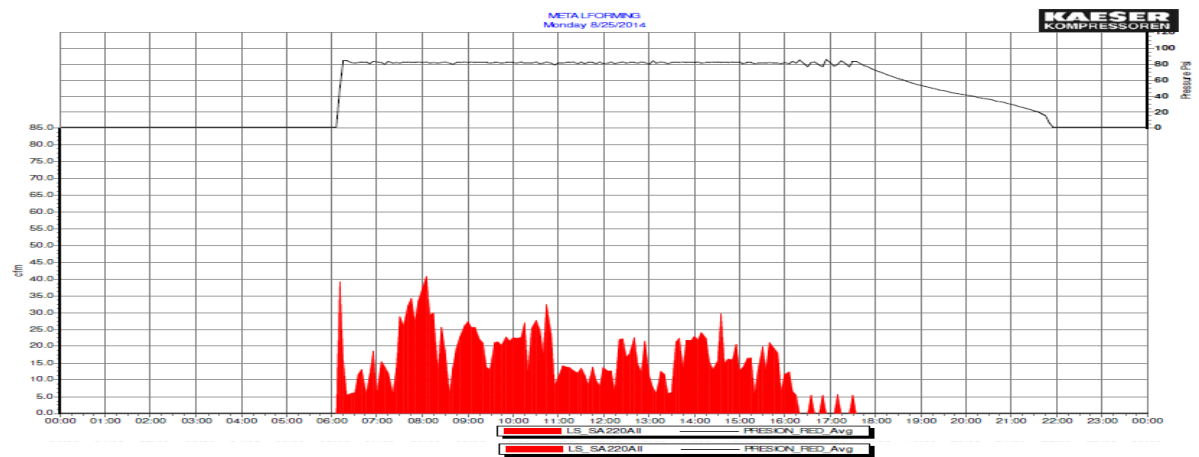


Figura 7. Estudio de funcionamiento de compresores.

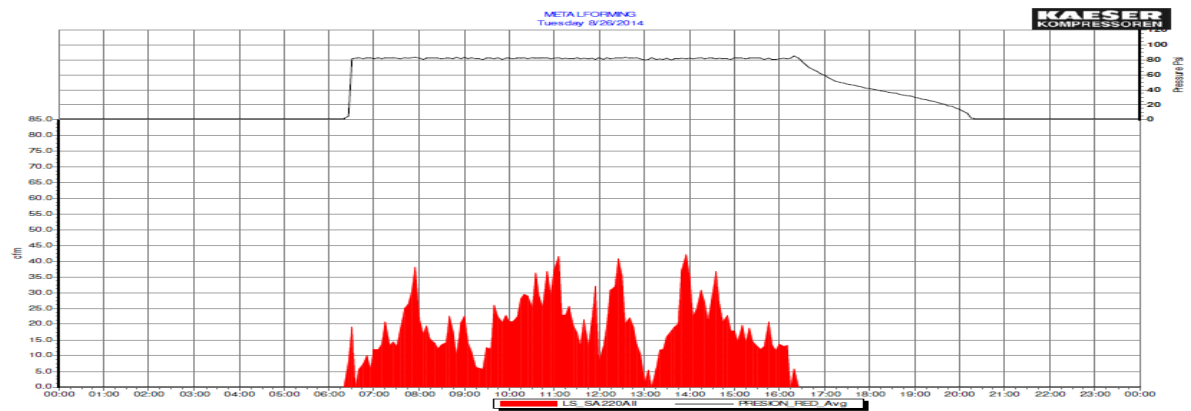


Figura 8. Estudio de funcionamiento de compresores.

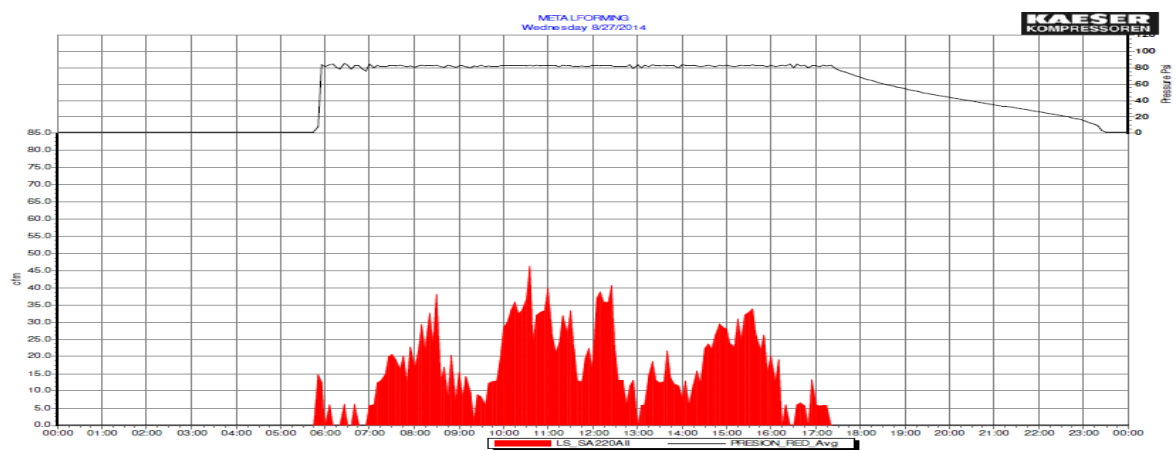


Figura 9. Estudio de funcionamiento de compresores.

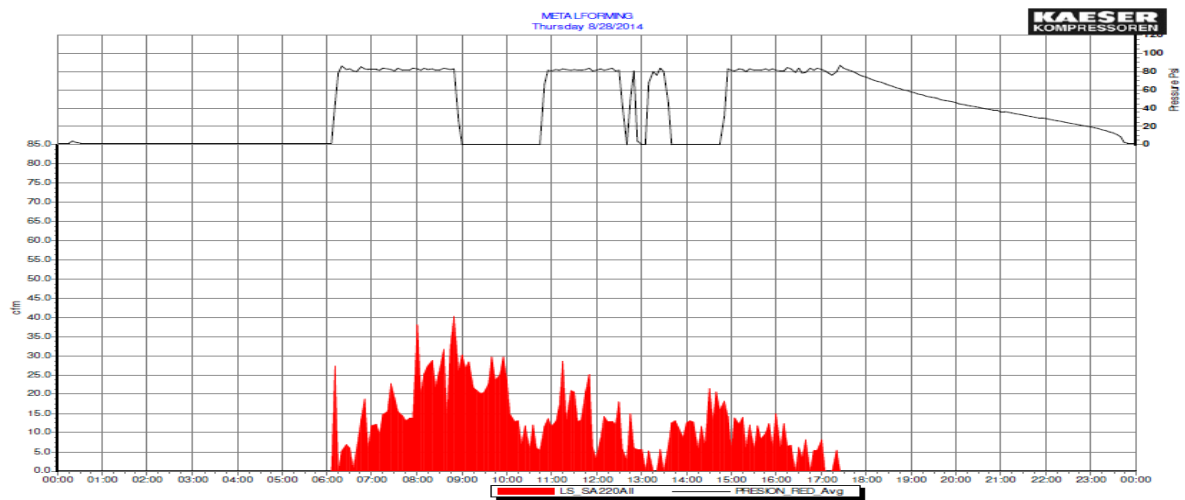


Figura 10. Análisis del comportamiento de consumo de cfm del compresor.

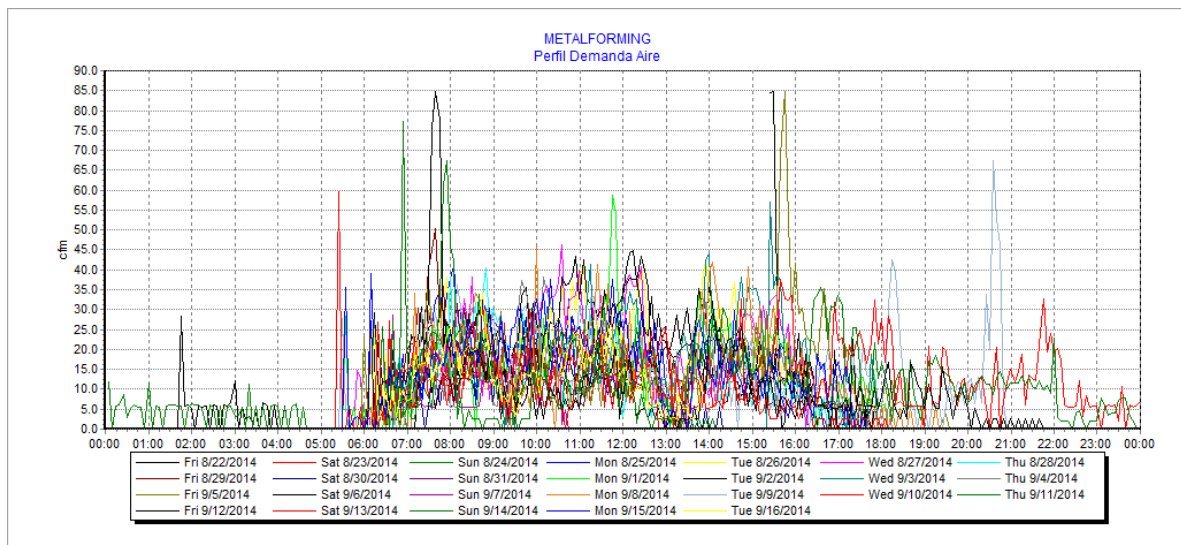
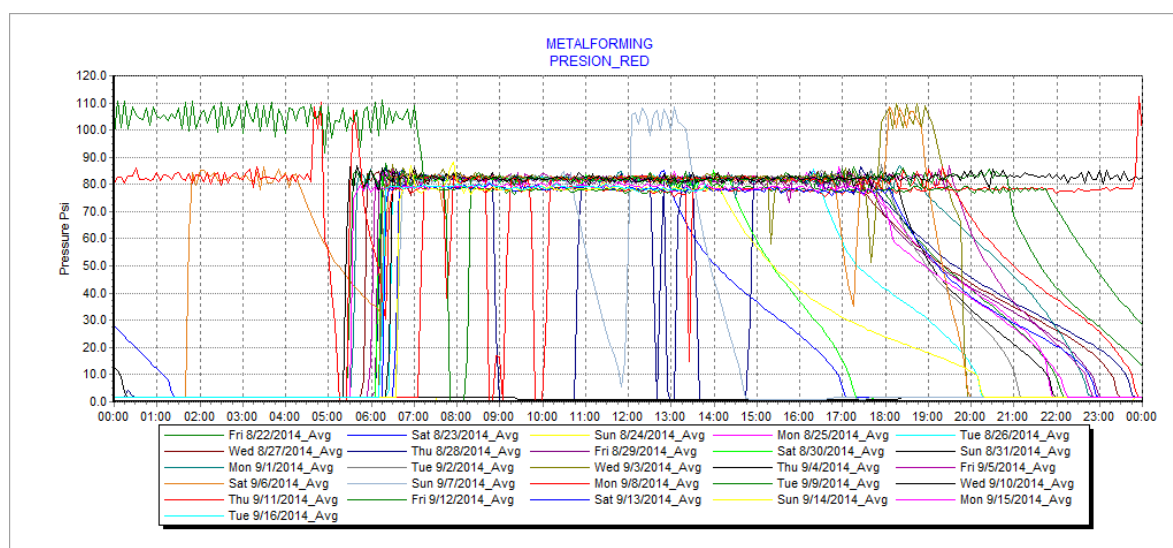


Figura 11. Análisis de comportamiento de presiones del compresor.



Cabe anotar que actualmente el sistema no contaba con sistema de tratamiento de aire, lo cual afectaba la integridad de las redes, los actuadores como pistolas, grapadoras, etc. y el producto terminado. Para lo cual se propuso instalar un sistema de tratamiento de aire completo.

Se sugiere instalar drenajes automáticos de nivel (no temporizados) en cada punto de separación de líquidos (agua – aceite).

Actualmente no se procesa el condensado generado a partir de la compresión del aire. Para cumplir con las normativas legales y ambientales vigentes se recomienda instalar un sistema de tratamiento de condensados.

La red no cuenta con acumulador de aire. Este elemento es fundamental para regular la presión y mejorar el funcionamiento del compresor instalado.

Durante el periodo de registro de datos, se pudo observar el comportamiento en la demanda de aire de la red, donde nos indica que la demanda máxima del compresor promedio es de 40 cfm, y la demanda mínima promedio es de 5 cfm, también pudimos observar que la máxima presión promedio alcanzada fue de 85 psi, y la mínima presión promedio alcanzada fue de 75 psi, a su vez, observamos que el compresor opero entre un 5% y un 50% de su capacidad total, lo que nos indica que el compresor opera a baja carga la mayoría de la jornada laboral, cabe anotar que la planta actual, contará con un compresor de pistón, el cual opera paralelamente con el compresor estudiado.

2.2 Estandarización:

Para obtener los resultados del consumo total de cfm, se realizan los cálculos correspondientes a diámetro, velocidad, velocidad real, presión, longitud de la tubería en el diseño, longitud equivalente teniendo en cuenta los accesorios diseñados en la red, luego de obtener los resultados se procede a normalizar cada uno de los datos según tablas estandarizadas, para lograr la información necesaria y obtener los materiales y accesorios que fácilmente se encuentren en el comercio, y luego se seleccionan de manera que guarden la funcionalidad del diseño, los cálculos realizados y los datos requeridos, fueron obtenidos de las siguientes formulas y tabla N.2

Tabla 3. Datos para estandarización de tubería.

ESPECIFICACIONES TUBERIA LINE PIPE								
Diámetro Nominal	Cédula Calibre	Diámetro Ext.		Diámetro Int.		Espesor		Peso Kg x Mt
		Pulg.	m.m.	Pulg.	m.m.	Pulg.	m.m.	
1/8"	40	0.405"	10.29	0.269"	6.83	0.068"	1.73	0.357
	70	0.405"	10.29	0.215"	5.46	0.095"	2.41	0.461
1/4"	40	0.540"	13.72	0.364"	9.25	0.088"	2.24	0.625
	80	0.540"	13.72	0.302"	7.67	0.119"	3.02	0.804
3/8"	40	0.675"	17.15	0.493"	12.52	0.091"	2.31	0.846
	80	0.675"	17.15	0.439"	10.74	0.126"	3.20	1.101
1/2"	40	0.840"	21.34	0.622"	15.80	0.109"	2.77	1.265
	80	0.840"	21.34	0.546"	13.87	0.147"	3.73	1.622
	160	0.840"	21.34	0.466"	11.84	0.167"	4.75	1.935
	XXS	0.840"	21.34	0.252"	6.40	0.294"	7.47	2.544
3/4"	40	1.050"	26.67	0.824"	20.93	0.113"	2.87	1.682
	80	1.050"	26.67	0.742"	18.85	0.154"	3.91	2.188
	160	1.050"	26.67	0.614"	15.80	0.218"	3.54	2.887
	XXS	1.050"	26.67	0.434"	11.02	0.308"	7.82	3.631
1"	40	1.315"	33.40	1.049"	26.64	0.133"	3.38	2.500
	80	1.315"	33.40	0.957"	24.31	0.179"	4.55	3.229
	160	1.315"	33.40	0.815"	20.70	0.250"	6.35	4.226
	XXS	1.315"	33.40	0.599"	15.21	0.358"	9.09	5.446
1 1/4"	40	1.660"	42.16	1.380"	35.05	0.140"	3.56	3.378
	80	1.660"	42.16	1.278"	32.46	0.191"	4.85	4.464
	160	1.660"	42.16	1.160"	29.46	0.250"	6.35	5.595
	XXS	1.660"	42.16	0.896"	22.76	0.382"	9.70	7.752
1 1/2"	40	1.900"	48.26	1.610"	40.89	0.145"	3.68	4.084
	80	1.900"	48.26	1.500"	38.10	0.200"	5.08	5.402
	160	1.900"	48.26	1.338"	33.99	0.281"	7.14	7.232
	XXS	1.900"	48.26	1.100"	27.94	0.400"	10.16	9.538
2"	40	2.375"	60.33	2.067"	52.50	0.154"	3.91	5.435
	80	2.375"	60.33	1.939"	49.25	0.218"	5.54	7.471
	160	2.375"	60.33	1.639"	42.90	0.343"	8.71	11.072
	XXS	2.375"	60.33	1.503"	38.18	0.436"	11.07	13.437
2 1/2"	40	2.875"	73.03	2.469"	62.71	0.203"	5.16	8.616
	80	2.875"	73.03	2.323"	59.00	0.276"	7.01	11.399
	160	2.875"	73.03	2.125"	53.98	0.375"	9.53	14.896
	XXS	2.875"	73.03	1.771"	44.98	0.552"	14.02	20.386
3"	40	3.500"	88.90	3.068"	77.93	0.216"	5.40	11.280
	80	3.500"	88.90	2.900"	73.86	0.300"	7.62	15.254
	160	3.500"	88.90	2.625"	66.68	0.438"	11.13	21.310
	XXS	3.500"	88.90	2.300"	58.42	0.600"	15.24	27.647
3 1/2"	40	4.000"	101.60	3.548"	90.12	0.226"	5.74	13.557
	80	4.000"	101.60	3.364"	85.45	0.318"	8.08	18.617
	160	4.000"	101.60					
	XXS	4.000"	101.60	2.728"	69.29	0.636"	16.15	32.906

Para el cálculo de la longitud equivalente por perdidas de accesorios, se tuvo en cuenta los valores obtenidos en la tabla de Enrique Carnicer Royo, tabla N.3

Tabla 4. Valores para determinar Leq

Accesorios para tubería	Longitud equivalente en metros						
	Diametro interior tubería						
	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	5"	6"
Válvula de diafragma	1,5	2	3	4,5	6	8	10
Válvula de compuerta	0,3	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5
Curvas de 90°	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5
Curvas de 45°	0,15	0,25	0,3	0,5	0,8	1	1,5
Codos redondos	1,5	2,5	3,5	5	7	10	15
Codos con enfase	1	2	2,5	4	6	7,5	10
Tes	2	3	4	7	10	15	20
Manguitos de reducción	0,5	0,7	1	2	2,5	3,5	4

Para el cálculo de datos necesarios para diseñar la red de aire comprimido se aplicaron las siguientes ecuaciones, luego se registraron los datos en la tabla N.4

2.2.3 Calculo de diámetro de tuberías:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q}{60} \cdot \frac{10^6}{V \cdot \pi} \cdot \frac{1}{P}}$$

Q= caudal en cfm

V= Velocidad estándar (8m/s)

P= 7 barg

2.2.4 Calculo de velocidad real:

$$V_{real} = \frac{Q}{60} * \frac{10^6}{\left(\frac{1}{2}D^2\right)\pi} * \frac{1}{P}$$

Q=caudal en cfm

D= Diámetro interno estándar (mm)

P= 7 barg

2.2.5 Calculo de la caída de presión:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{P_s} \cdot \frac{V^{1.85}}{D^5}$$

Donde $f=500$

La fricción se le da el valor de 500 debido a la alta rugosidad presente en el proceso de formación de la tubería de acero comercial 1020.

$P_s=7$ barg

$V=V_{real}$

$L=L+L_{eq}$

L_{eq} = longitud por accesorios.

2.2.6 Calculo de caudal:

$$\dot{V} = 1.45 \cdot \sum_{i=1}^N \dot{V}_i \cdot N_P \cdot f_U$$

Donde 1,45 equivale a las pérdidas del sistema por fugas, fricción y desgastes.

Tabla 5. Cálculos de diámetros, cfm, velocidad y pérdida de presión.

Identificación	long(m)	long eq(m)	vel(m/s)	Consumo (m ³ /min) máximo	consumo (l/s)	Consumo (cfm)	Pres (barg)	D min (mm)	Diametro min acero standard inch	Diametro interno standard (mm)	V real	f	Δp
tuberia principal	168	30	8	4,671574	77,87175	165	7	42,074	2"	52,5	5,138	500	7,32370E-04
tuberia secundaria	22	3	8	1,217441	20,29385	43	7	21,479	1 1/2"	40,89	2,207	500	6,75918E-05
tuberia secundaria	35	5	8	1,528879	25,4853	54	7	24,070	1 1/2"	40,89	2,772	500	1,64826E-04
tuberia secundaria	35	5	8	1,528879	25,4853	54	7	24,070	1 1/2"	40,89	2,772	500	1,64826E-04
tuberia secundaria	22	3	8	0,679502	11,3268	24	7	16,047	1 1/2"	40,89	1,232	500	2,29810E-05
toma 1	2	0,3	8	0,283126	4,7195	10	7	10,358	3/4"	26,64	1,209	500	1,74055E-05
toma 2	2	0,3	8	0,328426	5,47462	11,6	7	11,156	3/4"	26,64	1,403	500	2,29052E-05
toma 3	2	0,3	8	0,226501	3,7756	8	7	9,264	3/4"	26,64	0,968	500	1,15187E-05
toma 4	2	0,3	8	0,226501	3,7756	8	7	9,264	3/4"	26,64	0,968	500	1,15187E-05
toma 5	2	0,3	8	0,226501	3,7756	8	7	9,264	3/4"	26,64	0,968	500	1,15187E-05
toma 6	2	0,3	8	0,481314	8,02315	17	7	13,505	3/4"	26,64	2,056	500	4,64533E-05
toma 7	2	0,3	8	0,481314	8,02315	17	7	13,505	3/4"	26,64	2,056	500	4,64533E-05
toma 8	2	0,3	8	0,566251	9,439	20	7	14,648	3/4"	26,64	2,419	500	6,27468E-05
toma 9	2	0,3	8	0,481314	8,02315	17	7	13,505	3/4"	26,64	2,056	500	4,64533E-05
toma 10	2	0,3	8	0,566251	9,439	20	7	14,648	3/4"	26,64	2,419	500	6,27468E-05
toma 11	2	0,3	8	0,481314	8,02315	17	7	13,505	3/4"	26,64	2,056	500	4,64533E-05
toma 12	2	0,3	8	0,481314	8,02315	17	7	13,505	3/4"	26,64	2,056	500	4,64533E-05
toma 13	2	0,3	8	0,523783	8,731075	18,5	7	14,088	3/4"	26,64	2,237	500	5,43193E-05
toma 14	2	0,3	8	0,770102	12,83704	27,2	7	17,083	3/4"	26,64	3,290	500	1,10825E-04
toma 15	2	0,3	8	0,566251	9,439	20	7	14,648	3/4"	26,64	2,419	500	6,27468E-05
toma 16	2	0,3	8	0,594564	9,91095	21	7	15,010	3/4"	26,64	2,540	500	6,86739E-05
toma 17	2	0,3	8	0,311438	5,19145	11	7	10,864	3/4"	26,64	1,330	500	2,07617E-05
toma 18	2	0,3	8	0,311438	5,19145	11	7	10,864	3/4"	26,64	1,330	500	2,07617E-05
futura ampliacion	50	5	8	1,98188	33,0365	70	7	27,405	2"	52,5	2,180	500	4,16403E-05

2.3 Selección y verificación de diseño:

Con los resultados obtenidos, se seleccionan elementos tales como, compresores, para los cuales se tuvo en cuenta diferentes empresas de compresores encontradas en el mercado nacional, eligiendo finalmente tres, atlas copco, kaeser, ingersoll rand, en donde se solicitó la respectiva cotización y especificaciones técnicas de cada uno de los equipos para así evaluar la mejor opción, en donde, luego de evaluar los aspectos mencionados, se decidió realizar el cuarto de compresores con la empresa kaeser, la cual consta de un compresor nuevo de referencia SK 20/7.5 bar, con capacidad de 88,6 cfm, un tanque de almacenamiento con capacidad de 1000 lt /11 bar, un secador TD 76, y un filtro de aire KOR 170, en cuanto a la tubería, se instalara en acero 1020 comercial.

Se propone realizar el montaje de la red en forma anillada, esto se realiza para disminuir el aire no utilizado y que este rotando continuamente por la red.

El montaje de la red debe abarcar el total de la planta , de forma que se puedan tener distintos puntos para conectar cada uno de los puestos de trabajo.

La red de aire comprimido contaría con 2 manómetros de presión, 1 ubicado en la parte superior del área de corte y costura y otro en la parte inferior.

La red cuenta con 2 puntos para la extracción de agua en la parte inferior, ubicados en la parte externa de la planta y otro directamente en el secador.

Caída de presión total debe ser menor del 2% de la presión de servicio

Caída de presión en filtros y secadores : 15%

Cada compresor produce 88,6 acfm a 110 psi para el compresor KAESER y 84,7 a 100 psi para el compresor actual FUNSHENG

Con estos criterios se define:

- Tubería principal (Anillo)
- Tubería Secundaria (Entre compresores y anillo)
- Tubería Secundaria (Puntos de trabajo y anillo secundario para línea de ensamble)
- Bajantes (cuello de ganso)
- Bridas (unión entre la tubería principal y secundarias)

- Se obtiene que:
Tubería principal: 2 “
Tubería secundaria: 1 1/2 “
Tubería de servicio: 3/4 “
- Válvulas de bola en empalme entre tuberías principal y secundarias, para facilitar trabajos de mantenimiento.

Para el cuarto de compresores se tuvo en cuenta las distancias requeridas para cada uno de los componentes, enfocados en las temperaturas que generan cada una de las maquinas, para evitar recalentamientos, como también las alturas y ubicaciones de los filtros y válvulas para su óptimo funcionamiento.

A su vez se diseñaron los compartimientos de ventilación necesarios para su óptimo funcionamiento, para lo cual se tuvo en cuenta una puerta principal con dos alas y apertura de seguridad, dos ventanas en la parte superior con rejillas, para lograr la ventilación necesaria.

2.4 Montaje:

Para el montaje de la red neumática se optó por tubería de acero comercial 1020 soldada, enfocados en la reducción de fugas, y, debido a que, por su longitud, demanda de cfm, y diseño de anillo, no fue necesario decidir una red de aluminio, ya que a pesar de que brinda mejores condiciones de rugosidad, reduciendo las pérdidas por fricción, la de acero cumple con los requerimientos necesarios para satisfacer la demanda de la planta, incluyendo futuras ampliaciones, y su costo es significativamente mas bajo.

Para el cuarto de compresores se decidió tener una tubería de aluminio, esto para garantizar las mejores condiciones de salida de aire en cuanto a humedad y presión, ya que en esta nueva planta se cuenta con secador y filtros de tratamiento de aire, para garantizar la mayor eficiencia de trabajo a los compresores, y a su vez generar más vida útil a cada uno de los equipos.

Para el montaje de la red de aire comprimido se contrató a la empresa Ingeniar s.a, la cual inicio proceso de montaje con dos operarios, un soldador y un auxiliar, los cuales realizaban los procesos de soldadura, tanto de unión de tubería, como de instalación de soportes, teniendo en cuenta la inclinación propuesta del 2%, esto para reducir acumulación de condensados, para lo cual también se diseñaron bajantes con trampas de humedad, en dos puntos de la instalación.

Figura 12. Plano red neumatica.

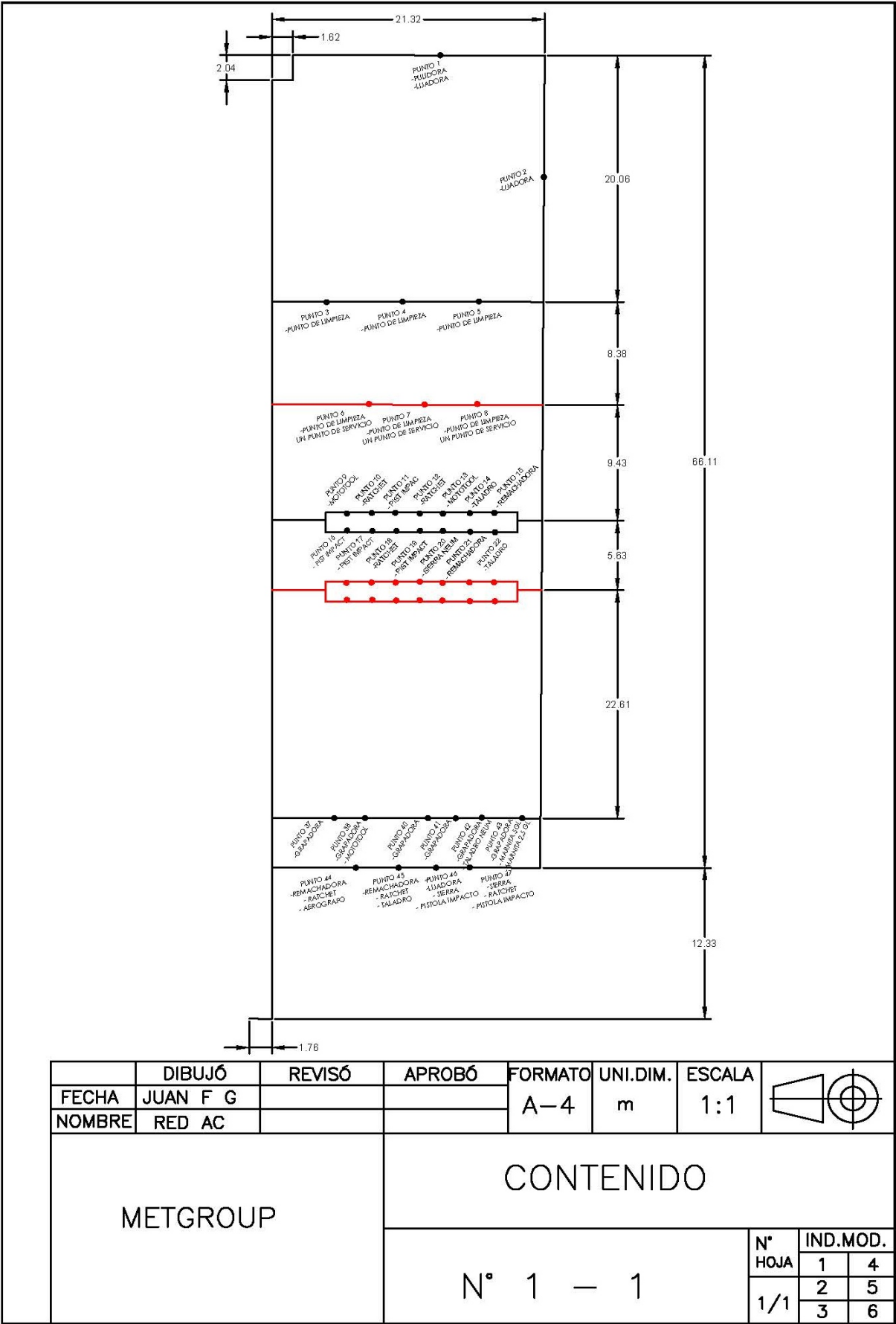


Tabla 6. Datos técnicos compresor kaeser

Versión básica

Modelo	Presión de trabajo	Caudal*) Paquete completo a la presión de trabajo	Presión máxima de trabajo	Potencia nominal del motor	Potencia consumida secador refriger.	Volumen tanque de almacenamiento	Punto de rocío	Dimensiones L x A x A	Conexion de aire comprimido	Nivel de presión sonora**)	Peso
	psi	cfm	psi	hp	kW	l	°C	mm		dB(A)	kg
SK 15	110 145 190	71.0 59.3 46.6	125 160 217	15						67	312
SK 20	110 145 190	88.6 77.0 63.2	125 160 217	20	—	—	—	750 x 895 x 1260	G 1	68	320

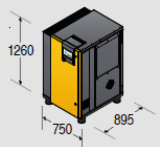

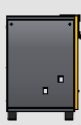
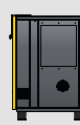







Tabla 7. Datos técnicos secador kaeser.

Modelo		Serie TA			Serie TB		Serie TC			Serie TD		
		5	8	11	19	26	31	36	44	51	61	76
Flujo ¹	cfm	21	30	45	74	90	113	138	166	200	248	292
Pérdida de presión del secador refrigerativo ²	psi	1.01	2.0	2.4	2.7	2.9	2.1	2.3	2.1	1.5	2.1	2.4
Potencia demandada a plena carga ¹	kW	0.29	0.29	0.28	0.55	0.64	0.76	0.88	0.92	0.86	1.10	1.40
Potencia demandada a media carga ²	kW	0.17	0.15	0.15	0.30	0.34	0.41	0.48	0.49	0.47	0.61	0.77
Peso	kg (lbs)	72 (158)	80 (176)	85 (187)	108 (237)	116 (255)	155 (341)	170 (374)	200 (440)	251 (552)	251 (552)	287 (631)
Dimensiones Ancho x Largo x Altura	mm (pulg)	630 x 484 x 779 (25 x 19 x 30 1/2)			620 x 540 x 963 (24 1/2 x 21 1/2 x 38)		764 x 660 x 1009 (30 x 26 x 39 1/2)			1125 x 759 x 1187 (44 1/2 x 30 x 46 1/2)		
Conexion de aire comprimido	G	3/4			1		1 1/4			1 1/2		2
Conexion dren de condensados	G	1/4			1/4		1/4			1/4		
Voltaje de operación		115VAC/1F/60Hz			115VAC/1F/60Hz		115VAC/1F/60Hz, 230VAC/1F/60Hz			230VAC/3F/60Hz/460VAC/3F/60Hz		
Masa de agente refrigerativo R-134a	kg	0.28	0.22	0.36	0.60	0.58	0.76	0.95	1.13	1.25	1.28	1.50
Masa de refrigerante R-134a equivalente en CO ₂	t	0.4	0.3	0.5	0.9	0.36		1.4	1.6	2.4	2.4	2.1
Circuito de agente refrigerante hermético acorde a la normativa sobre gases F		sí			sí		sí			sí		

Tabla 8. Datos técnicos tanque de almacenamiento.

Capacidad del tanque Litros / Galones	Sobrepresión máxima admisible psi	Versiones posibles		Versión vertical				Versión horizontal			
		vertical	horizontal	Altura mm	Ø mm	Tubos de entrada/salida	Peso kg	Altura mm	Ø mm	Tubos de entrada/salida	Peso kg
90 / 24	160	sí	—	1160	350	2 x G ½ detrás	37	—	—	—	—
150 / 40	160 232	sí	sí	1190	450	2 x G ¾ detrás	55 75	1050	450	2 x G 2	55 45
250 / 70	160 232	sí	sí	1540 1545	500	2 x G ¾ detrás	78 100	1461 1410	500	2 x G 2	84 100
350 / 90	160 232	sí	sí	1806 1810	550	2 x G 1 detrás	80 150	1630 1640	550	2 x G 2	75 75
500 / 130	160 232	sí	sí	1925 1918	600	2 x G 1 detrás	120 220	1780 1776	600	2 x G 2	130 220
	653	—	—	1925			420	—			—
900 / 230	160	sí	—	2170	800	2 x G 2; 2 x G 1½	215	—	—	—	—
1000 / 270	160 230	sí	sí	2265 2255	800	2 x G 1½; 2 x G 2	215 370	2150 2160	800	G 2; 1 x G 1½	240 360
	653	sí	—	2245		4 x G 1½	500	—		—	—

Tabla 9. Datos técnicos filtro de aire

KOR - Filtro Kaeser para Remoción de Aceite (Aplicaciones Estándar - elemento rojo)
 KOX - Filtro Kaeser extra-Fino para Remoción de Aceite (Aplicaciones Críticas - elemento azul)
 KVF - Filtro Kaeser para Absorción de Vapores (elemento verde)

Modelo	Flujo a 100 psig (cfm)	Conexión	Características Estándar de los Filtros					Presión Máx. de Trabajo (psig)	Dimensiones Ancho x Alto (pulgadas)	Peso (lbs)
			KFS	KPF	KOR	KOX	KVF			
Carcasa Tipo Modular										
(Tipo de Filtro) - 20	20	½" NPTF	1	1	1	1	6	250	4¼ x 11¼	8
(Tipo de Filtro) - 35	35	½" NPTF	1	1	1	1	6	250	4¼ x 11¼	8¼
(Tipo de Filtro) - 60	60	½" NPTF	1	1	1	1	6	250	4¼ x 13½	8½
(Tipo de Filtro) - 100	100	1" NPTF	2	2	2	2	6	250	5¼ x 15½	9½
(Tipo de Filtro) - 170	170	1" NPTF	2	2	2	2	6	250	5¼ x 19¾	10½
(Tipo de Filtro) - 250	250	1½" NPTF	4	2	2	2	6	250	6½ x 23	10¼
(Tipo de Filtro) - 375	375	1½" NPTF	4	2	2	2	6	250	6½ x 27½	11½
(Tipo de Filtro) - 485.2	485	2" NPTF	5	3	3	3	7	250	7¾ x 31¼	28
(Tipo de Filtro) - 485.2.5	485	2½" NPTF	5	3	3	3	7	250	7¾ x 31¼	28
(Tipo de Filtro) - 625	625	2½" NPTF	5	3	3	3	7	250	7¾ x 37	33
(Tipo de Filtro) - 780	780	2½" NPTF	5	3	3	3	7	250	7¾ x 43	38

Figura 13. Lay out cuarto de compresores.

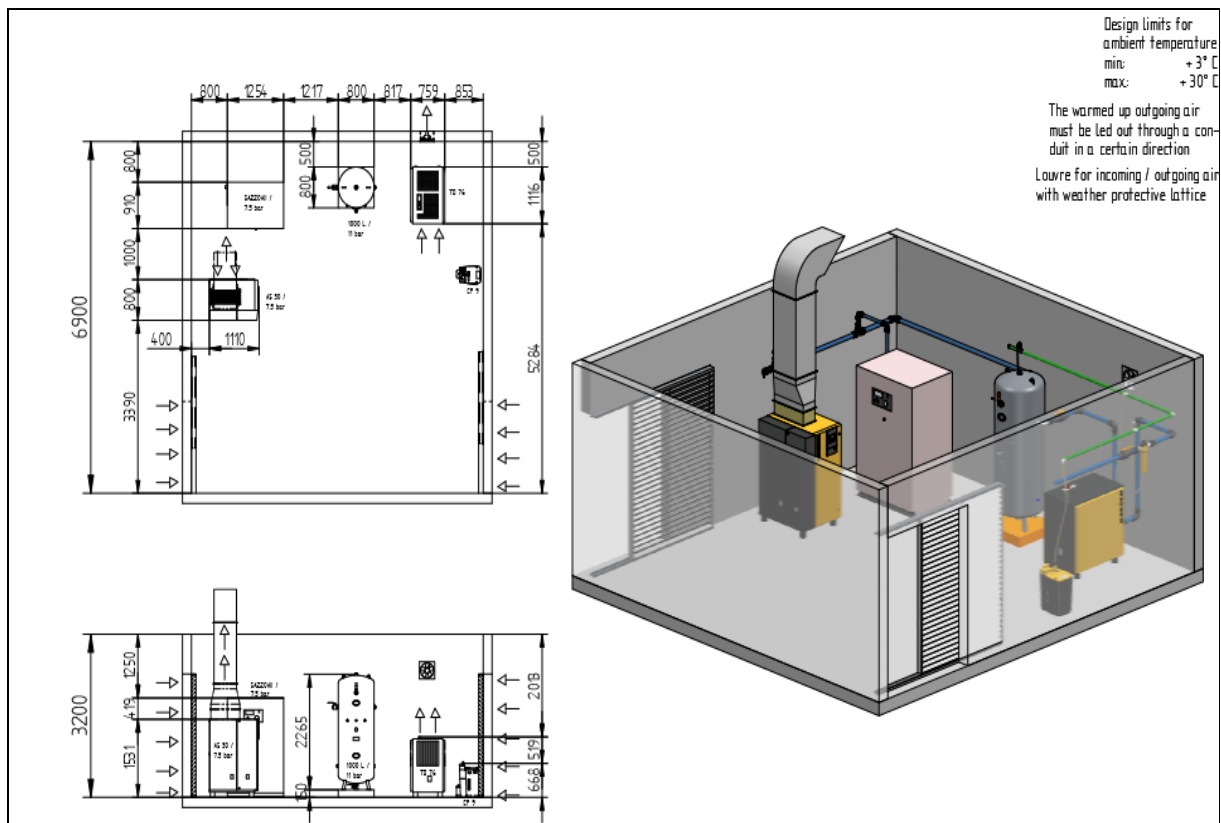


Figura 14. Diagrama de montaje de cuarto de compresores

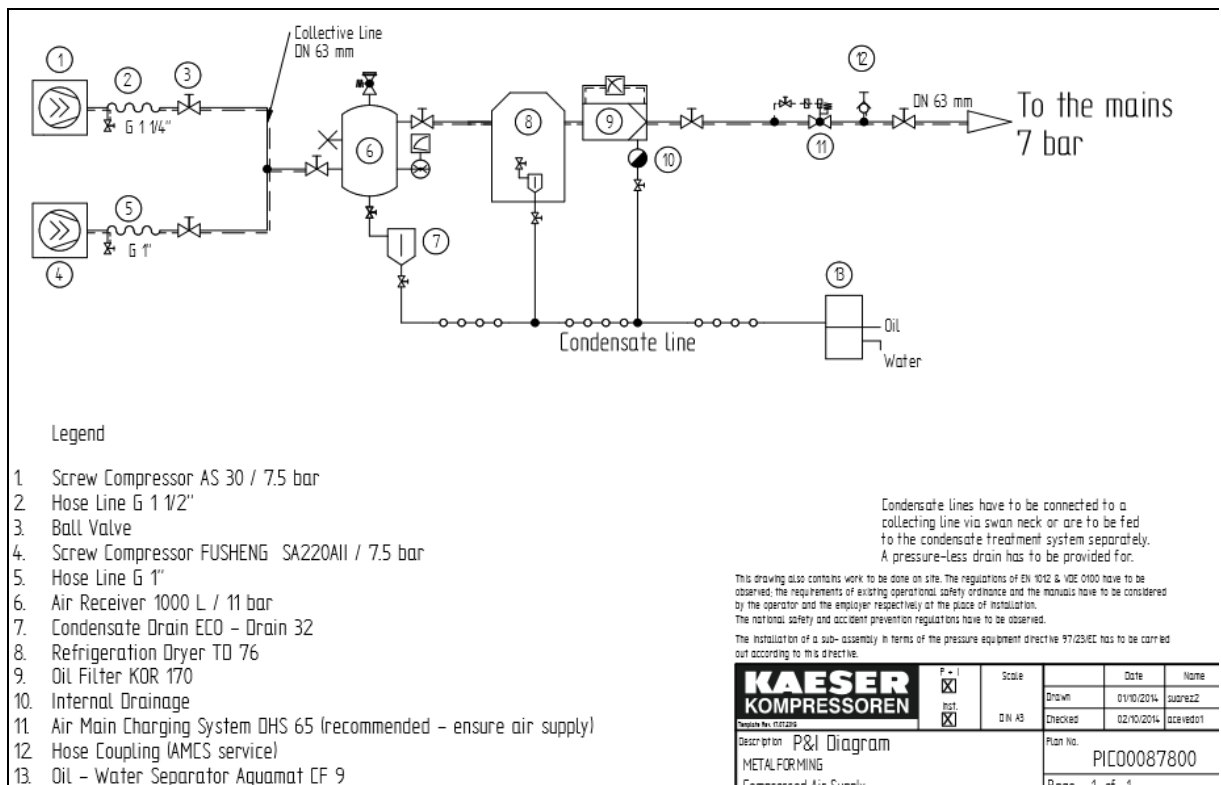


Figura 15. Diagrama de tubería cuarto de compresores.

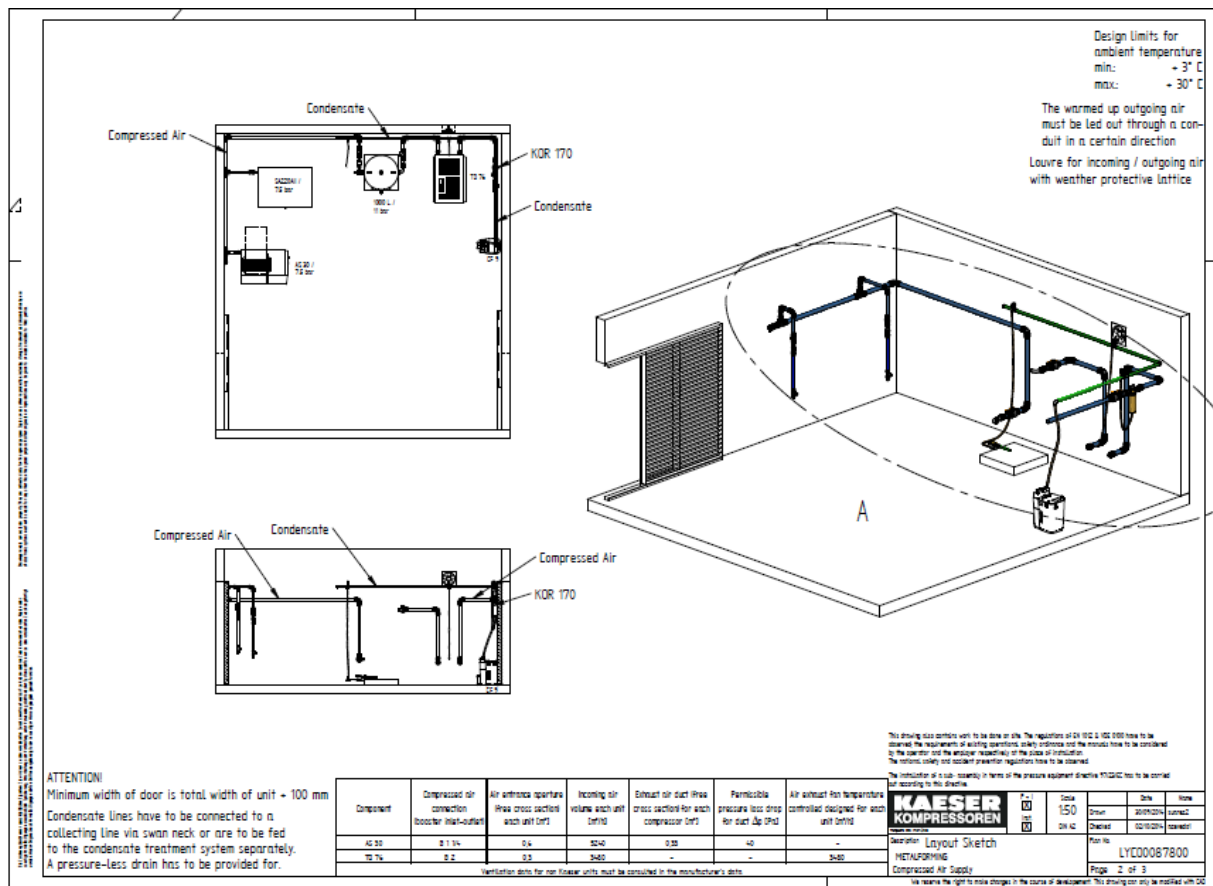


Figura 16. Diagrama detallado tubería cuarto de compresores.

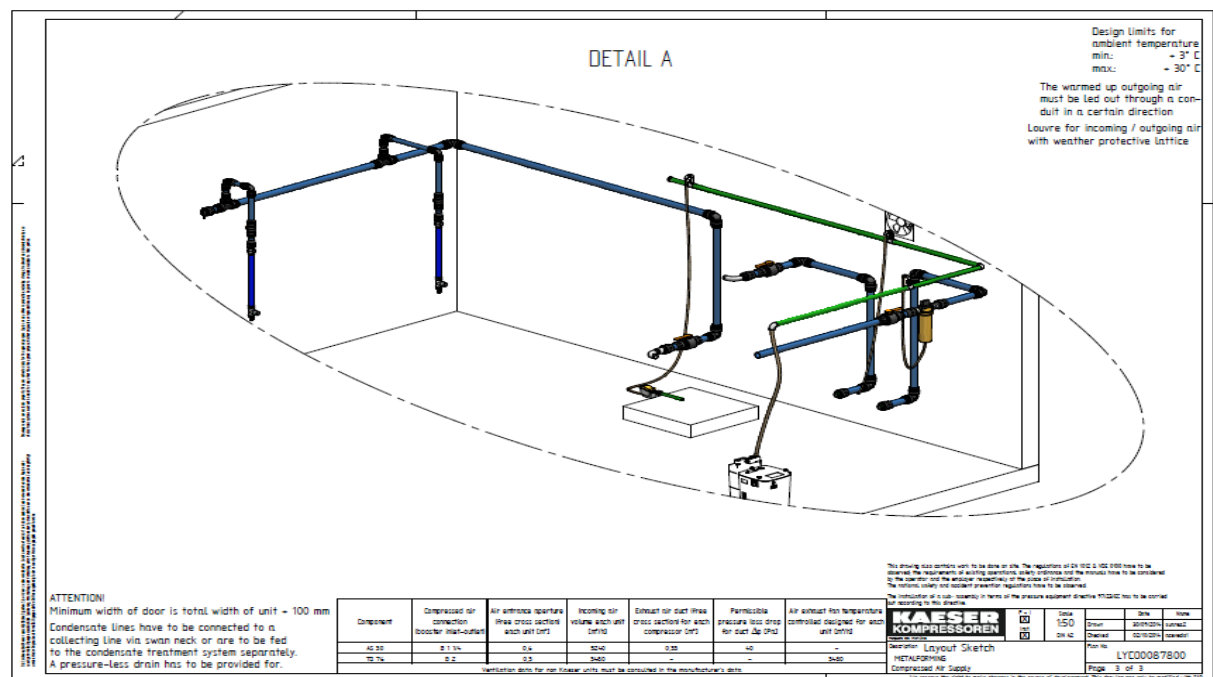


Figura 17. Tanque de almacenamiento y válvula de presión.



Figura 18. Montaje de tanque de almacenamiento, secador y filtro de aire.



Figura 19. Distribución de espacios en cuarto de compresores.



Figura 20. Compresor kaeser.



Figura 21. Compresor Funsheng



Figura 22. Secador kaeser.



Figura 23. Instalación de bajantes cuello de ganso



Figura 24. Proceso de soldadura red neumática.



Figura 25. Instalación de bridas red principal acople red secundaria.



Figura 26. Instalación de anillo principal a 3m de altura.



Figura 27. Instalación de bajantes para anillo secundario para línea de ensamble.



Figura 28. Instalación de anillo secundario para línea de ensamble.



Figura 29. Instalación de puntos de desagüe y servicio.



Figura 30. Acople con bridas línea principal y secundarias.



Figura 31. Instalación de válvulas de bola para mantenimiento de líneas secundarias.



CONCLUSIONES:

- Para el montaje de cualquier red de aire comprimido, es necesario realizar un análisis exhaustivo de los puntos de servicio y simultaneidad de uso, para lograr un mínimo de pérdidas.
- Se puede realizar un análisis de las máquinas existentes en la planta, para ser utilizadas en el nuevo diseño de compresión de aire, ya sea como equipos de respaldo.
- Para el diseño de la red, es muy importante analizar las pérdidas en los diferentes tipos de materiales comerciales de las tuberías, para lograr el menor costo y eficiencia, tanto de inversión inicial como operativa.
- Los elementos de reducción de humedad, tales como secadores, filtros, no garantizan el 100% de aire seco en el sistema.
- es necesario contar con un cuarto de compresores completo, es decir, compresores, secadores, tanque de almacenamiento, lubricadores, esto, para lograr la mayor eficiencia de operación.

APORTES Y RECOMENDACIONES:

- Es recomendable tener estrictos controles de mantenimiento para las mangueras de acople a herramientas, ya que se pueden presentar desgastes y resequedad en las mismas.
- Se recomienda tener control en los puntos de drenaje.
- Se pudo confirmar que la presión se mantiene constante con un sistema de tratamiento de aire adecuado.
- Se verificaron los aumentos en productividad debido a la confiabilidad de la red.
- Se recomienda generar un plan predictivo y preventivo para la nueva red neumática, así como también se recomienda instalar lubricadores en las herramientas, cuando el presupuesto lo permita.

BIBLIOGRAFIA

- CARNICER ROYO, E. Aire Comprimido. Teoría y Cálculo de las Instalaciones. Barcelona. Gustavo Pili S.A. 1977. ISBN: 84-252-0662--6
- LANDIS, Scott. The Workshop book: a craftsman's guide to making the most of any work space. Estados Unidos de América: Taunton Press, 1998. ISBN 09-423-9137-3
- LEVY, Sydney M. MEP Databook. Estados Unidos de América: McGraw-Hill Professional, 2000. ISBN 00-713-6020-4 101
- COMPRESSED AIR@ Página con información de equipos y accesorios para redes neumáticas [en línea] [Citado Marzo 2008]. Disponible en Internet.
<http://www.ecompressedair.com/accessories/leakdetector.shtml> MINTRANS@ Página del Ministerio de Transportes de Colombia [En línea] [Citado Noviembre 2015] Disponible en internet.
<http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Estadisticas/home.htm>
- MONOG@ Página con Generalidades y Elementos Constitutivos de una red de aire comprimido [En línea] [Citado: Octubre 2015] Disponible en Internet.
<http://www.monografias.com/trabajos16/redes-de-aire/redes-de-aire.shtml>
- KAESERCOMPRESORES@ Pagina con información y catalogos de compresores, secadores y tubería para redes neumáticas [En línea] [Citado: Enero 2016] Disponible en Internet.
<http://www.kaeser.com.co/Compresores-de-Aire>
- OROZCO H. CARLOS ALBERTO. Introducción a las redes de aire comprimido. Pereira, Colombia: FIM-UTP, notas de clase, capítulo IX, curso de Maquinas Térmicas.
- OROZCO H. CARLOS ALBERTO. Selección de compresores. Pereira, Colombia: FIM-UTP, notas de clase, capítulo VIII, curso de Maquinas Térmicas

ANEXOS



Pereira, Junio 6 del 2015

SEÑORES

BUSCAR DE COLOMBIA

COT 6035-15

Atte Ing. Juan Felipe García Ortiz.

PEREIRA (RDA)

ASUNTO: SUMINISTRO MATERIALES, CONSUMIBLES Y MANO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCION DE LINEA DE AIRE, PARA 10 PUESTOS DE TRABAJO EN BODEGA ALISTAMIENTO.

Requisición :

1. Ingenieria construccion de Colombia suministrará a todo costo mano de obra, materiales, equipos y consumibles requeridos para la construcción e instalación de las redes de aire .area de alistamiento
2. La tubería y accesorios a utilizar será acero al carbono sch 40 .
3. La tubería y accesorios a utilizar se soldarán por medio del proceso tfg.
4. La tubería se soportará cada 3 mts, en algunas partes el soporte se soldará a las columnas y en otras se suspenderá de la cubierta por medio de guaya de 3/16 pul.
5. Todo el personal utilizado en la obra estará afiliado a los sistemas de seguridad social, curso avanzado en alturas.
6. La tubería se pintará con una capa de anticorrosivo y dos manos de acabado esmalte azul.

OFERTA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANT	VR. UNIT	VALOR PARCIAL
LINEA AIRE BODEGA ALISTAMIENTO					
1	TUBERIA DE 2" A/C SCH 40	MTS	168	\$ 47.672	\$ 8.008.896
2	TUBERIA DE 1" A/C SCH 40	MTS	84	\$ 18.180	\$ 1.527.120
3	CODOS A/C 2" SCH 40 SOLDAR	UN	6	\$ 35.400	\$ 212.400
4	CODOS 1" A/C	UN	12	\$ 13.300	\$ 159.600
5	CODOS 1/2" A/C	UN	54	\$ 12.800	\$ 691.200
6	TEE A/C 2" SOLDAR SCH 40	UND	12	\$ 38.600	\$ 463.200
7	FLANCHES DE 2" X 150 A/C	UND	8	\$ 52.600	\$ 420.800
7	VALVULAS BOLA 1" ROSCADAS X 150LBS	UND	6	\$ 30.300	\$ 181.800
8	VALVULAS BOLA 1/2" ROSCADAS X 150LBS	UND	27	\$ 23.000	\$ 621.000
9	REDUCCION COPA A/C 2" X 1" SOLDAR	UND	12	\$ 39.592	\$ 475.104
10	BOCAPESCADO DE 1 PUL	UND	6	\$ 28.000	\$ 168.000
11	BOCAPESCADO DE 1/2 PUL	UND	27	\$ 18.000	\$ 486.000
12	NIPLES DE 1" X 3" A/C	UND	12	\$ 13.736	\$ 164.832
13	NIPLES DE 1/2" X 3" A/C	UND	54	\$ 11.600	\$ 626.400
13	SOPORTES	UN	12	\$ 10.605	\$ 127.260
14	ABRAZADERAS UNISTRUT	UND	12	\$ 3.500	\$ 42.000
15	CANAL UNISTRUT 4X 4	MTS	3,6	\$ 12.000	\$ 43.200
16	SOPORTES COLGANTES EN GUAYA DE 1/4"	UN	72	\$ 18.000	\$ 1.296.000
COSTO DIRECTO					\$ 15.714.812
ADMINISTRACION E IMPREVISTOS					8,2% \$ 1.288.815
UTILIDADES					5,0% \$ 788.741
SUBTOTAL					\$ 17.789.167
IVA SOBRE UTILIDADES					16% \$ 125.718
TOTAL					\$ 17.914.886
TIEMPO MÁXIMO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS					20 DÍAS CALENDARIO
VALIDEZ DE LA OFERTA					30 DÍAS CALENDARIO
FORMA DE PAGO		ANTICPO		38%	6.807.657
		ACTAS		52%	9.315.741
		CONTRAENTREGA		10%	1.791.489

Cordialmente,

Ing. JOSE VICENTE GIL M.
INGENIERIA Y CONSTRUCCION DE COLOMBIA S.A.S.

Medellín, 16 de abril de 2015

Señores

METALFORMING

Atención: **Ing. Juan Felipe García**

Ingeniero de Proyectos

Manizales

Asunto: OFERTA COMERCIAL I160415-131-1224DV
TUBERÍA Y ACCESORIOS RED DE AIRE COMPRIMIDO EN ALUMINIO
ANODIZADO

Tenemos el gusto de presentarles la cotización de la Red de Aire Comprimido, utilizando nuestra tubería en aluminio anodizado **airexpress®**.

airexpress® es un sistema modular de perfilería tubular de caras planas, diseñado especialmente para la conducción de aire comprimido, que tiene las siguientes ventajas:

Certificaciones **airexpress®**

- ✓ Producto patentado
- ✓ La tubería está certificada bajo la Norma ISO 9001:2000
- ✓ Algunos Accesorios certificados bajo la Norma ISO 9001:2000
- ✓ Cumple la Norma NTC 5359 – Tubería de Aluminio para Aire Comprimido
- ✓ Cumple con los requisitos de la norma ASTM B241.1 (Especificación estándar para Aluminio y aleación de aluminio sin soldadura de tuberías y Tubo Extruido sin soldadura)
- ✓ Cumple con los requisitos de la norma ASME B31 (Norma para presión de tuberías)
- ✓ Cumple con la norma ICONTEC 3458
- ✓ Cumple con la norma ISO 8573-1

Especificaciones **airexpress®**

- ✓ Anticorrosivo por su composición química.
- ✓ Superficie lisa que minimiza las pérdidas por fricción.
- ✓ Ahorro energético por disminución de pérdidas de presión y de fugas, hasta de un 30% en comparación a una tubería de acero al carbono
- ✓ Ensamble modular de acoplamiento rápido.
- ✓ Estructura versátil que permite la adaptabilidad a los cambios de diseño.
- ✓ Sistema liviano, resistente y atractivo.
- ✓ Libre de pintura y mantenimiento.

- ✓ Se gasta mucho dinero preparando aire comprimido de excelente calidad, con secadores, filtros, drenajes, etc., para obtener un aire clase 3 ó 4; con la tubería **airexpress®** se mantiene la calidad del aire a través del sistema y a lo largo del tiempo, cumpliendo con la norma ISO 8573 - 1 sobre calidad del aire.
- ✓ Mayor eficiencia de las máquinas y herramientas por ser más constantes la presión y el volumen del aire comprimido al utilizar nuestra tubería **airexpress®**. Reducción de las pérdidas por productos mal acabados, afectados por partículas que se desprenden de las otras tuberías (acero carbono y galvanizada).
- ✓ Tubería y accesorios orgullosamente **Colombianos**.

ESTA OFERTA COMERCIAL INCLUYE:

- ✓ El valor de la tubería y sus accesorios **airexpress®**
- ✓ Montaje de la tubería y accesorios **airexpress®**
- ✓ Revisión final para garantizar la hermeticidad de la tubería

TUBERIA Y ACCESORIOS

Proyecto Red de Aire Comprimido METALFORMING					
Anillo Principal y Ramales en Tubería AIREXPRESS de 50 mm					
Item	Referencia	Descripción	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
1	ITA-50	Tubería Airexpress de 50 mm 2 caras	234	\$ 68,000.00	\$ 15,912,000
2	URE-50	Unión Recta de 50 mm	33	\$ 39,000.00	\$ 1,287,000
3	C-50	Codo de 50 mm	3	\$ 55,000.00	\$ 165,000
4	TEE-50	Tee de 50 mm	10	\$ 65,000.00	\$ 650,000
5	UROM-50 x 1 1/2"	Unión Roscada Macho de 50 mm x 1 1/2"	26	\$ 38,000.00	\$ 988,000
6	VB-1 1/2"	Válvula de bola de 1 1/2"	14	\$ 38,000.00	\$ 532,000
7	SP-50	SopORTE metálico de pared de 50 mm	20	\$ 10,000.00	\$ 200,000
8	ST-50	SopORTE de techo completo (Guaya x 5 m + mordaza)	100	\$ 13,800.00	\$ 1,380,000
9	Total Anillo Principal y Ramales de 50 mm				\$ 21,114,000
18 Tomas en Tubería AIREXPRESS de 19 mm					
10	FSP-1/2"	Flange de salida pequeño de 1/2"	18	\$ 22,000.00	\$ 396,000
11	NT-1/2"	Niple Tuerca de aluminio de 1/2"	18	\$ 4,000.00	\$ 72,000
12	VB-1/2"	Válvula de bola de 1/2"	54	\$ 9,000.00	\$ 486,000
13	UROM-19 x 1/2"	Unión roscada macho de 19 mm x 1/2"	36	\$ 12,000.00	\$ 432,000
14	ITA-19	Tubería de 19 mm redonda	108	\$ 13,000.00	\$ 1,404,000
15	TEE-NPT 19 x 1/2"	Tee NPT de 19 mm x 1/2"	18	\$ 30,000.00	\$ 540,000
16	SPT-19	SopORTE metálico de pared de 19 mm	36	\$ 2,000.00	\$ 72,000
17		DobleZ Tubería 19 mm	54	\$ 5,000.00	\$ 270,000
18	Total 18 tomas en de 19 mm				\$ 3,672,000
Elementos Complementarios del Sistema de Dsitrubución de Aire Comprimido					
Sistema de retención y evacuación de condensados					
19	FSP-1/2"	Flange de salida pequeño de 1/2"	6	\$ 22,000.00	\$ 132,000
20	NT-1/2"	Niple Tuerca de aluminio de 1/2"	11	\$ 4,000.00	\$ 44,000
21	VB-1/2"	Válvula de bola de 1/2"	6	\$ 9,000.00	\$ 54,000
22	Total Sistema de retención y evacuación de condensados				\$ 230,000

Sistema de Lectura de Presión y Despresurización					
23	FSP-1/2"	Flange de salida pequeño de 1/2"	6	\$ 22,000.00	\$ 132,000
24	NT-1/2"	Niple tuerca de aluminio de 1/2"	12	\$ 4,000.00	\$ 48,000
25	VB-1/2"	Válvula de bola de 1/2"	6	\$ 9,000.00	\$ 54,000
26	TI-1/2"	Tee inox de 1/2"	6	\$ 7,475.00	\$ 44,850
27	CC-1/4"	Codo calle de 1/4"	6	\$ 8,625.00	\$ 51,750
28	RB-1/2 - 1/4	Reducción Busching de 1/2" a 1/4"	12	\$ 6,325.00	\$ 75,900
29	Total Sistema de Lectura de Presión y Despresurización				\$ 406,500
5 Tomas Sencillas (5 Puntos de Aire)					
30	RCI-1/2" a 3/8"	Reducción Copa inox de 1/2" a 3/8"	5	\$ 5,175.00	\$ 25,875
31	NT-3/8"	Niple de bronce de 3/8"	15	\$ 5,750.00	\$ 86,250
32	VB-3/8"	Válvula de bola de 3/8"	5	\$ 8,000.00	\$ 40,000
33	TI-3/8"	Tee inox de 3/8"	5	\$ 6,325.00	\$ 31,625
34	RBI-3/8" a 1/4"	Reducción busching de 3/8" a 1/4"	5	\$ 5,175.00	\$ 25,875
35	NT-1/4"	Niple tuerca de aluminio de 1/4"	5	\$ 3,800.00	\$ 19,000
36	SP-19	Soporte techo o pared de 19 mm	10	\$ 2,000.00	\$ 20,000
37	Total 5 Tomas Sencillas (5 Puntos de Aire)				\$ 248,625
11 Tomas Triples (33 Puntos de Aire)					
38	RCI-1/2" a 3/8"	Reducción Copa inox de 1/2" a 3/8"	2	\$ 5,175.00	\$ 10,350
39	NT-3/8"	Niple de bronce de 3/8"	8	\$ 3,800.00	\$ 30,400
40	VB-3/8"	Válvula de bola de 3/8"	2	\$ 8,000.00	\$ 16,000
41	TI-3/8"	Tee inox de 3/8"	4	\$ 6,325.00	\$ 25,300
42	RBI-3/8" a 1/4"	Reducción busching de 3/8" a 1/4"	4	\$ 5,175.00	\$ 20,700
43	NT-1/4"	Niple tuerca de aluminio de 1/4"	4	\$ 3,800.00	\$ 15,200
44		Tapón inox de 3/8"	2	\$ 2,875.00	\$ 5,750
45	SP-19	Soporte techo o pared de 19 mm	4	\$ 2,000.00	\$ 8,000
46	Total 2 Tomas Sencillas (4 Puntos de Aire)				\$ 131,700
11 Tomas Triples (33 Puntos de Aire)					
47	RCI-1/2" a 3/8"	Reducción Copa inox de 1/2" a 3/8"	11	\$ 5,175.00	\$ 56,925
48	NT-3/8"	Niple de bronce de 3/8"	55	\$ 5,750.00	\$ 316,250
49	VB-3/8"	Válvula de bola de 3/8"	11	\$ 8,000.00	\$ 88,000
50	TI-3/8"	Tee inox de 3/8"	22	\$ 6,325.00	\$ 139,150
51	RBI-3/8" a 1/4"	Reducción busching de 3/8" a 1/4"	33	\$ 5,175.00	\$ 170,775
52	NT-1/4"	Niple tuerca de aluminio de 1/4"	33	\$ 3,800.00	\$ 125,400
53		Tapón inox de 3/8"	11	\$ 2,875.00	\$ 31,625
54	SP-19	Soporte techo o pared de 19 mm	22	\$ 2,000.00	\$ 44,000
55	Total 11 Tomas Triples (33 Puntos de Aire)				\$ 972,125
56	TOTAL ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO				\$ 26,774,950

CUADRO RESUMEN		
1	Total Anillo Principal y Ramales de 50 mm	\$ 21,114,000
2	Total 18 tomas en de 19 mm	\$ 3,672,000
3	Total Sistema de retención y evacuación de condensados	\$ 230,000
4	Total Sistema de Lectura de Presión y Despresurización	\$ 406,500
5	Total 5 Tomas Sencillas (5 Puntos de Aire)	\$ 248,625
6	Total 2 Tomas Sencillas (4 Puntos de Aire)	\$ 131,700
7	Total 11 Tomas Triples (33 Puntos de Aire)	\$ 972,125
8	TOTAL MATERIALES AIREXPRESS	\$ 26,774,950
7	DESCUENTO COMERCIAL DEL 15% EN TUBERIA Y ACCESORIOS AIREXPRES	\$ 3,647,467
9	VALOR TOTAL CON DESCUENTO	\$ 23,127,483
10	MONTAJE	\$ 7,000,000
11	TOTAL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO METALFORMING	\$ 30,127,483

Empresa
METAL FORMING S.A
METAL FORMING S.A
Ing. JUAN FELIPE GARCIA
TR 10 A 77 D 61
66170 DOSQUEBRADAS - RISARALDA

Asesor responsable

Ing. Mauricio Jaramillo
Proyectos Especiales
Cel. (313) 8870860
e-mail mauricio.jaramillo@kaesercolombia.com
info.colombia@kaeser.com
www.kaeser.com.co

Referencia	Nº cliente	Nº de oferta	Fecha
	2149563	85199648	2014/10/27

Referencia. Cotización Compresor 20HP, Secador y Montaje Tubería.

Atn.: Ing. Juan Felipe Garcia

Apreciados señores:

En respuesta a su amable solicitud, gustosamente estamos enviando nuestra oferta por un sistema de aire comprimido fabricado en Alemania por Kaeser Kompressoren GmbH y respaldado en Colombia, en ventas, servicio técnico y repuestos por Kaeser Compresores de Colombia subsidiaria directa de casa matriz.

Las especificaciones técnicas y condiciones comerciales se encuentran a continuación.

Esperamos que en la presente encuentre la alternativa en calidad, respaldo local y precio que mejor se ajuste a sus expectativas y cualquier aclaración no duden en contactarnos a través de nuestro PBX **7429393** en Bogotá, que gustosamente la suministraremos.

Cordial saludo,



KAESER COMPRESORES DE COLOMBIA LTDA. NIT.830.067.414-5
KAESER Bogotá D.C., Transversal 95Bis A No. 250-55 Fontibón, Centro Industrial La Rabida
KAESER Barranquilla, Vía 40 No. 77A # 18 Local 1
KAESER Bucaramanga, Km 6 vía a Girón Contiguo Centro
KAESER Medellín, Carrera 50 FF. 10 B sur 49
KAESER Yumbo, Calle 15 No.27A-116 Local 4 Bloque GB Zona Industrial Arroyohondo

Tel. +(57) 5- 7429393
Tel. +(57) 5- 9604022
Tel. +(57) 7- 685 1499
Tel. +(57) 4- 604 3372
Tel. +(57) 2- 4851247

info.colombia@kaeser.com
info.barranquilla@kaeser.com
info.colombia@kaeser.com
info.medellin@kaeser.com
info.cali@kaeser.com

Depósito de aire comprimido

Modelo: 1000 I - versión vertical, galvanizado

KAESER = Calidad

KAESER le ofrece depósitos de aire comprimido de 90 a 10000 litros económicos y seguros. Solo los depósitos de presión originales KAESER le garantizan la legendaria calidad KAESER, que se hace evidente en su extraordinaria protección anticorrosión. Las roscas de todos los depósitos Kaeser se repasan con exactitud después de la galvanización para que su montaje sea más rápido y seguro. Todos los tubos de conexión se protegen con cubiertas de plástico para el transporte hasta las dependencias del cliente.

Datos técnicos

Capacidad	1000 l
Sobrepr. de servicio máx. admisible	11 bar(g)
Superficie	interior y exterior galvanizado
Aberturas para mantenimiento	2 aberturas para mano
Tubuladuras de entrada y salida	2 x G 1 1/2, 2 x G 2
Diámetro	800 mm
Altura sin griferías	2265 mm
Peso	aprox. 245 kg

Salvo modificaciones técnicas.

Opcionalmente con juego de griferías, formado por:

1 válvula de seguridad con sello CE; 1 manómetro; 1 llave de bola o 1 brida roscada; 1 grifo de purga de condensado (accionamiento manual), diversas juntas y pequeños componentes

El ahorro de
energía
preserva el medio ambiente y los recursos

Oferta 85199648 - METAL FORMING S.A

2/6

Modelo: Depósito de aire comprimido galvanizado

Ventajas decisivas

Intervalos de control largos

La robusta estructura, acorde a los datos de cálculo de la regulación AD2000, permite que los intervalos de control se alarguen hasta cinco años. Los depósitos están diseñados para resistir una oscilación de la presión máx. de hasta el 20 % de forma continuada. Así se reducen los costes de control y se aumenta la economía.

El triple de vida útil

La excelente protección anticorrosión de todos los depósitos de aire comprimido KAESER es el resultado de un galvanizado por inmersión en caliente acorde a la DIN EN ISO 1461, por dentro y por fuera. Los depósitos KAESER galvanizados por este método tienen una vida útil que triplica aprox. la de los depósitos convencionales.

Grandes aberturas de mantenimiento

Los trabajos de limpieza, mantenimiento y control se efectúan mucho más rápidamente gracias a las grandes aberturas de mantenimiento, lo cual tiene una repercusión directa y positiva en la economía.

Listos para el montaje

Las roscas de todos los depósitos de aire comprimido KAESER se repasan con exactitud después de la galvanización para que su montaje sea más rápido y seguro.

El ahorro de
energía
reducción al medio ambiente y los recursos

OFERTA ECONOMICA

Pos.	Denominación	Material	Cantidad	UM	Precio COP	Total COP
10	Compresor SK 20 125 psi SCB TriVolt. US	101978.0	1,000	PZA	16.242.720	16.242.720
	Tipo	SK 20				
	Conexión eléctrica	208/230/460V / 3 / 60Hz				
	Presión servicio máx. [psi]	125,0 psi				
	Versión sistema de control	Sigma Control Basic				
20	Depós.aire compr. 1000/11 ve. galv PED	3.5535.1	1,000	PZA	4.497.870	4.497.870
	El precio contiene la posición 30					
30	Jgo. de Accesorios para depósito 1000/11	8.3040.00010	1,000	PZA		
40	Drenaje cond. ECO-DR.32 95-240VAC	8.2632.1	1,000	PZA	811.395	811.395
50	Refrig. dryer TD 51 460/3/60	1.8034.10010	1,000	PZA	10.070.190	10.070.190
60	Filtro para aerosoles extrafinos KOR-170	USKOR170	1,000	PZA	1.000.350	1.000.350
	El precio contiene la posiciones desde la 70 hasta la 90					
70	Carcasa para filtro 170	USHH-170	1,000	PZA		
80	Cartucho para aerosoles extrafinos OR170	USOR-170	1,000	PZA		
90	Drenador interno automático	US4170-08	1,000	PZA		

El ahorro de
energía

preserva el medio ambiente y los recursos

Oferta 85199648 - METAL FORMING S.A

4/6

OFERTA ECONOMICA

Pos.	Denominación	Material	Cantidad	UM	Precio COP	Total COP
100	PROYECTO MONTAJE DE TUBERIA PROYECTO MONTAJE DE TUBERIA SMART PIPE Conexión cuarto de compresores Red principal en 40 mm - 170 mts aprox 13 bajantes en 25 mm - 86 mts aprox 5 bajantes de 16,5 mm Ver presupuesto KSV742A	9.5077.0	1,000	PZA	36.531.300	36.531.300
110	Gastos de envío	8.6245.0	1,000	PZA	850.000	850.000
120	Seguro	8.6245.00010	1,000	PZA	138.308	138.308
SUBTOTAL						70.142.133
	IVA		16,00	%		11.222.741
	Total en COP					81.364.874

KAESER COMPRESORES DE COLOMBIA LTDA NIT.830.067.414-5
SOMOS AUTORETENEREDORES a partir del 1 de Julio de 2013 Resolución 005047 Jun 20 2013
 Régimen Común Actividad Económica 204.4950 **SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES** Resolución DIAN 014047 Dic 23.09.14 Régimen Común. **POR FAVOR ABSTENERSE DE PRACTICAR RETENCIÓN DE IVA E ICA** Resolución DIAN 910000062694 Fecha 29 de Junio de 2012. Facturación por computador. Numeración autorizada del 53835511 al 53999999. La presente Factura se asimila en todos sus efectos a un título valor según artículo 772 del C.C. Ley 1291 de 2008.

Garantía:

Dos (2) años para el SIGMA CONTROL.
 Dos (2) años para el bloque compresor SIGMA.
 Un (1) año para el motor y los contactores (incluida la mano de obra para su reemplazo).
 Un (1) año para el resto de los componentes.
 Garantía extendible a cinco (5) años mediante convenio de servicio.
 En todos los casos la garantía cubre defectos de materiales y / o fabricación.

Condiciones de pago

Pagadero inmediatamente sin deducción

Entrega (Incoterms®2010)

DDP DOSQUEBRADAS - RISARALDA

Validez de la oferta

2014/11/26

El ahorro de
energía
preserva el medio ambiente y los recursos

Oferta 85199648 - METAL FORMING S.A

5/6